

В статье рассмотрены вопросы снижения потребления электроэнергии и эксплуатационных расходов при освещении информационных стендов на базе разработанной системы управления и проведения комплексных экспериментальных исследований источников света.

УДК 621.337.2

М.Н. Нестеров, канд. техн. наук

А.Н. Семернин, канд. техн. наук

М.В. Смольников

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТЕНДОВ

Введение. Постоянный рост тарифов на электроэнергию заставляет искать пути снижения электропотребления. Экономия электропотребления без ущерба интересов потребителей может быть достигнута внедрением энергосберегающих технологий и новейших технологических решений в системе электропотребления [1], которые опираются на:

- внедрение новейшего электротехнического оборудования, имеющего высокие технико-экономические и эксплуатационные характеристики;
- разработку и внедрение специальных режимов работы электрооборудования, позволяющих снизить электропотребление без ущерба для потребителя;
- внедрение компактных программируемых коммутационных средств, реализующих экономичные временные алгоритмы управления электропотреблением;
- применение современных технических средств учета электропотребления и контроля технического состояния электрооборудования;
- проведение энергоаудита потребителей электроэнергии с применением современного диагностического оборудования.

В БГТУ им. В.Г. Шухова ведутся широкомасштабные работы по энергосбережению в том числе и электрической энергии, а также снижению затрат связанных с заменой электрических осветительных приборов. Университет располагает современной приборной базой в составе:

- цифрового люксметра RS 108-7133;
- анализатора электропотребления AR.5M;
- инфракрасного термометра RAYST60;
- тепловизора TVS-110 и др. приборов.

Что позволяет проводить работы по контролю технического состояния электрооборудования и разрабатывать современные энергосберегающие системы электропотребления.

В корпусах университета установлены информационные стенды с подсветкой в виде малогабаритных светильников с лампами накаливания (см. рис.1), рассчитанными на работу в сети ~ 220В. Общее количество ламп накаливания составляет более 2000 шт.

В процессе эксплуатации осветительных приборов приходится заменять свыше 100 шт. перегоревших ламп накаливания в неделю.

В связи с этим была **поставлена задача** по снижению эксплуатационных расходов, связанных с заменой перегоревших ламп накаливания и уменьшению потребления электроэнергии при освещении информационных стендов.



Рис.1. Фрагмент інформаційного стенда з підсвіткою

Использование высокоэффективных источников света является весомым вкладом в обеспечение экономии электроэнергии. За последние годы разработано множество современных энергосберегающих источников света. На рынке светотехнической продукции популярны компактные люминесцентные лампы мощностью 5, 7, 9, 11Вт различного исполнения с высокой световой отдачей по сравнению с лампами накаливания 25 – 150 Вт. Выпускаются компактные энергосберегающие люминесцентные лампы мощностью ...15, 20, 23, ...Вт со встроенной пускорегулирующей аппаратурой. Габариты этих ламп соизмеримы с габаритами ламп накаливания, а по световой отдаче, и по сроку службы превосходят в 5 – 8 раз.

В связи с этим было проведено **тестирование компактных люминесцентных ламп** производителей “Vito”, “Feron” и “Yusing” в эксплуатационных условиях. С помощью тепловизора TVS-110 SERIES HANDY THERMO осуществлялось тепловизионное обследование источников света. Прибор имеет два диапазона измеряемых температур: низкий ($-10^{\circ}\text{C} \div +120^{\circ}\text{C}$) и высокий ($+50^{\circ}\text{C} \div +300^{\circ}\text{C}$). В результате цифровой обработки, имеется возможность обеспечить запись / воспроизведение термографических изображений на 3,5 – дюймовый флоппи диск 2HD.

Дальнейшая обработка и получение термограмм производились на персональном компьютере с использованием программы графического анализа AnalyzIR TM Analysis на основе WINDOWS TM, предназначенной для расшифровки термографических изображений и проведения расчетов.

Анализ полученных термограмм показывает повышенную температуру колб, что свидетельствует о нарушении режима питания или монтажных соединений элементов ламп. На рис.2 и рис.3 показаны фотографии, термограммы и графики распределения температуры по линиям L1 для ламп “Feron” и “Vito”. Повышенная температура нагрева является характерным дефектом для большинства тестируемых ламп разных производителей.

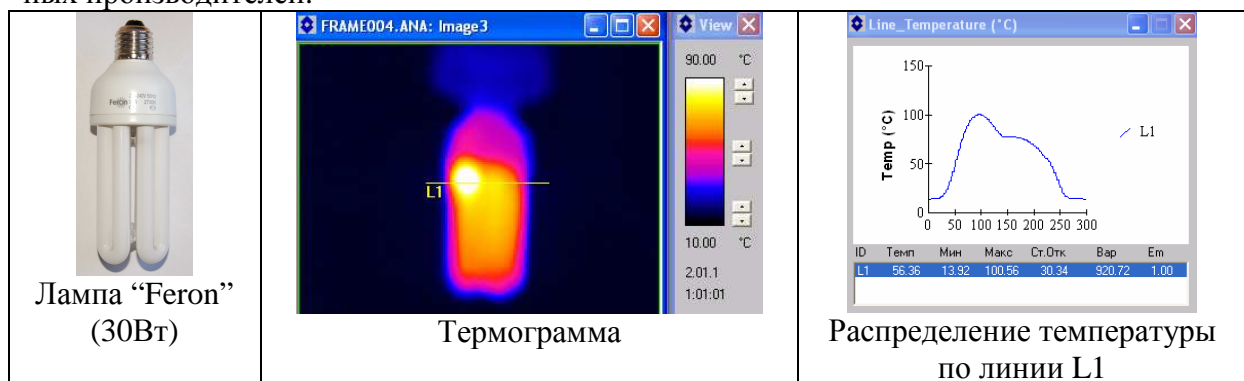


Рис. 2. Диагностика температурного режима лампы “Feron” в эксплуатационных условиях

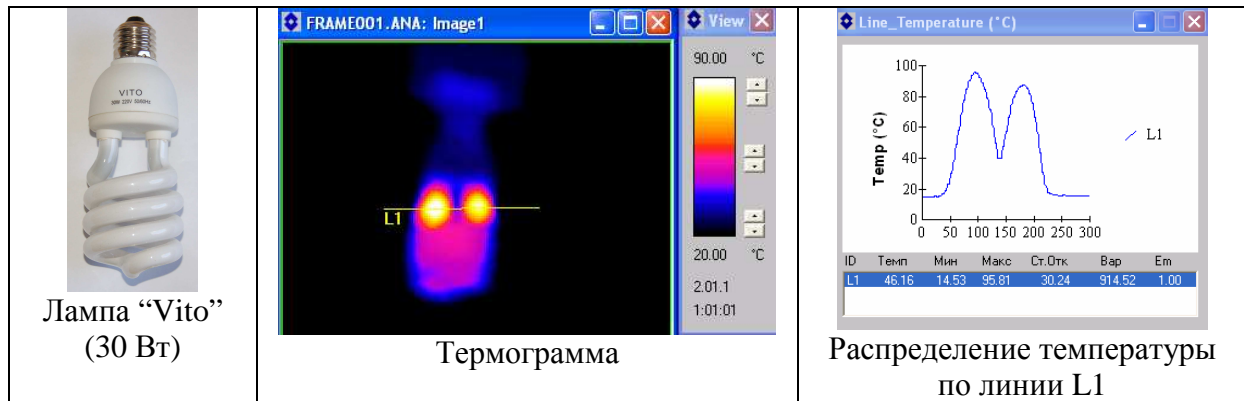


Рис. 3. Диагностика температурного режима лампы “Vito” в эксплуатационных условиях

Как показала дальнейшая эксплуатация, все лампы, имеющие повышенную температуру нагрева колбы, вышли из строя. Реальная продолжительность работы оказалась значительно меньше заявленных производителями 5000 – 8000 часов.

Освещенность этими лампами (измерение производилось люксметром RS 108-7133) также оказалась меньше заявленного производителями, потребляемая мощность, например лампы “Vito” (30 Вт) соответствовала паспортной, а “Feron” (30 Вт) и ESB6-18 “Yusing” (18 Вт) превышала паспортную на 10% и более.

Увеличенный размер встроенного блока с пускорегулирующей аппаратурой люминесцентной лампы не всегда позволяет размещать её в малогабаритных плафонах, рассчитанных на лампы накаливания. Замена ламп накаливания на энергосберегающие люминесцентные лампы ухудшает внешний вид стендов (см. рис. 4), кроме того, они не дают направленный световой поток, что ухудшает восприятие информации.



Рис.4. Фрагмент информационного стенда с энергосберегающей лампой

Для **исследования ламп накаливания** были выбраны:

- обычные лампы накаливания (“Pila”, “Космос”);
- лампы накаливания с матовым покрытием цоколя (“Pila”, “Космос”);
- рефлекторные лампы накаливания (“Osram”, “Philips”);

Для экспериментальной оценки эффективности ламп накаливания определялись параметры: рабочий ток, пусковой ток, потребляемая мощность, освещенность и температура на патроне.

Как показали экспериментальные исследования, на поверхности колбы рефлекторной лампы наблюдаются области с низкими значениями температуры ($\approx 75^{\circ}\text{C}$) см. рис.5, что свидетельствует о высокой отражательной способности зеркального покрытия.

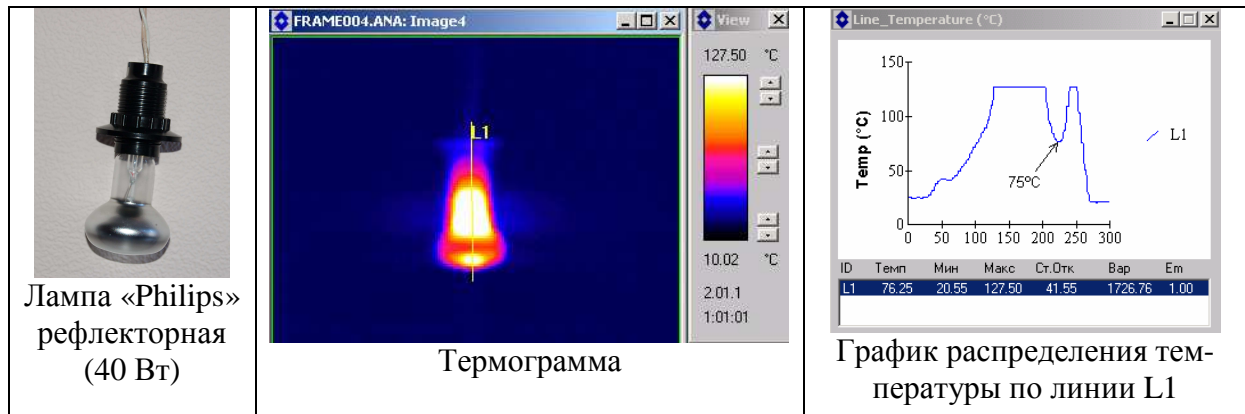


Рис.5. Диагностика температурного режима лампы «Philips»
в эксплуатационных условиях

На основании выполненных измерений сделаны следующие выводы:

- 1) при равных условиях рефлекторные лампы вырабатывают больший световой поток, чем обычные лампы накаливания (более чем в 4 раза);
- 2) на эффективность ламп влияние оказывает технология производства и качество изготовления.

Анализ температурного режима на поверхности плафонов информационного стенда показывает различие в температуре на 15-20⁰С рис.6 и рис.7, что объясняется:

- 1) плохим электрическим контактом лампы с патроном;
- 2) недостаточным количеством вентиляционных отверстий в плафоне;
- 3) большой мощностью лампы накаливания.

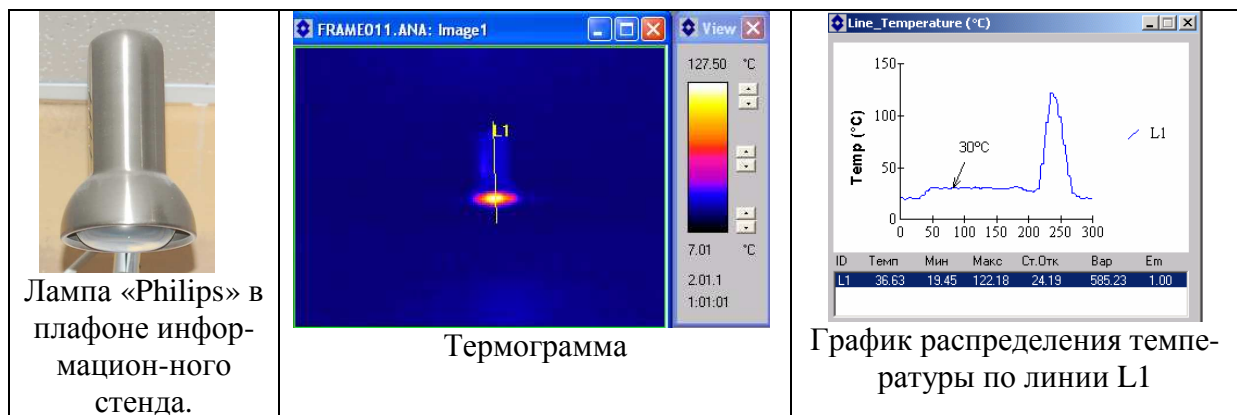


Рис.6. Диагностика температурного режима плафона с лампой накаливания

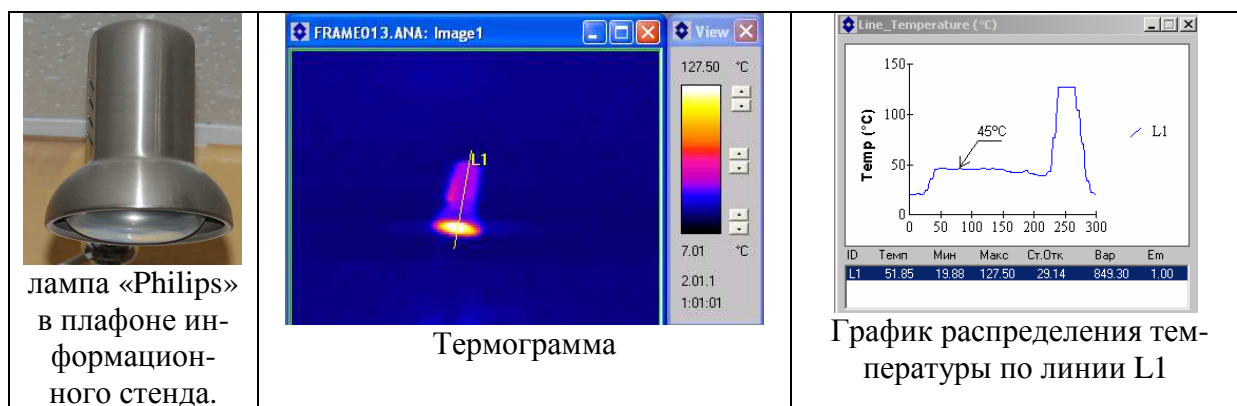


Рис.7. Диагностика температурного режима плафона с лампой накаливания

На основании полученных результатов были даны **рекомендации**:

- 1) о целесообразности использования в качестве источников света в информационных стендах рефлекторных ламп накаливания, поскольку они дают мощный направленный световой поток, имеют низкую стоимость и небольшие размеры.
- 2) об уменьшении мощности используемых ламп накаливания с 40 Вт на 25 – 35 Вт, что визуально не сказывается на восприятии информации стенда, а за счет уменьшения потребляемой мощности создаётся “щадящий” температурный режим в плафоне, позволяющий увеличить срок службы ламп.

Активное разрушение нити лампы накаливания происходит при включении, когда её сопротивление в 8...10 раз меньше чем у раскаленной нити. В этот момент ток, через нить, значительно превышает допустимый номинальный, что и приводит к преждевременному выходу лампы из строя. Для **ограничения пускового тока** лампы используют светорегуляторы, позволяющие плавно управлять их яркостью свечения. С целью увеличения срока службы ламп накаливания, в цепь управления осветительными приборами подключен блок защиты “Feron”, защищающий лампы накаливания от бросков тока при включении и от перенапряжения питающей сети. Характеристики блока $U_{\text{сети}}: \sim 176 - 264 \text{ В}$, $U_{\text{лампы}}: < 230 \text{ В}$, $T_{\text{разогрева}} = 2 \text{ с}$.

Большие возможности в плане экономии электроэнергии реализуются устройствами автоматического управления освещением. В настоящее время на рынке приборов такого назначения существует множество **фотореле**, таких как Camelion LX-01, LX-02, LX-08, Vito VT275, Yusing LX-02, российские ФР-1М, ФР-7 и др. Данные реле идентичны по основным техническим характеристикам и условиям эксплуатации кроме значения порога срабатывания в пределах освещенности и максимально допустимой коммутируемой мощности при активной нагрузке.

С целью освещения информационных стендов при нахождении рядом с ними людей и автоматическом выключении, когда человек покидает рабочую зону датчика, в цепь управления включен автоматический коммутатор LX-02.

В различных областях промышленного производства и коммунального хозяйства широко применяются **программируемые логические контроллеры (ПЛК)**, которые используются в структуре управления как автономные средства автоматизации. На сегодняшний день в России применяются десятки типов ПЛК зарубежного и отечественного производства.

Для управления освещением информационных стендов был выбран не дорогой универсальный логический модуль LOGO! Siemens, предназначенный для решения задач автоматизации начального уровня.

Алгоритм функционирования модуля LOGO! Siemens может задаваться непосредственно с клавиатуры или через персональный компьютер (ПК) с использованием программного обеспечения LOGO!Soft Comfort.

Модули LOGO характеризуются следующими основными показателями:

- 8 дискретных входов и 4 дискретных выхода;
- 30 встроенных функций, объединенных в библиотеки, логических (GF) и специальных (SF);
- встроенный жидкокристаллический дисплей и клавиатура;
- интерфейс для установки модуля памяти или подключения кабеля LOGO!PC при программировании с ПК.

Модуль LOGO! 230RS оснащен релейными выходами способными коммутировать токи до 10 А активной нагрузки в цепях $\sim 115/220 \text{ В}$.

На базе ПЛК были отработаны алгоритмы оптимального электропотребления освещением информационных стендов университета. На рис.8 показана одна из программ управления освещением информационного стенда университета.

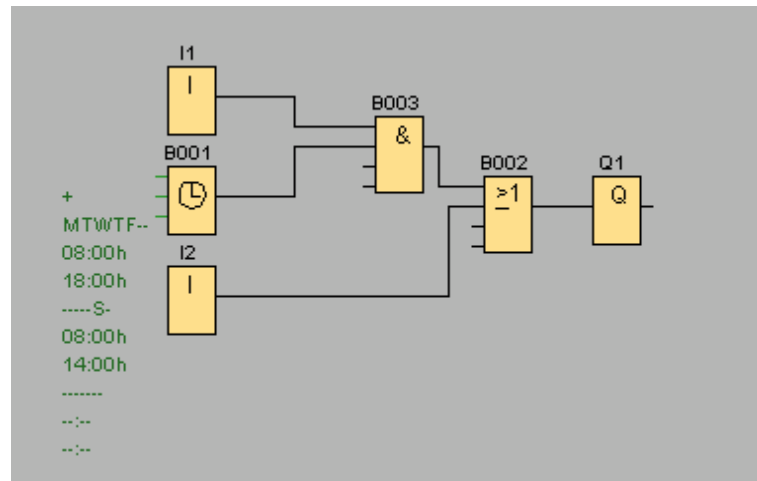


Рис.8. Программа управления освещением информационного стенда

К входу контроллера I1 подключен сенсор LX-02, вход I2 подключен к выключателю ручного управления освещением. На блоке B001 реализован таймер, позволяющий подавать напряжение с выхода Q1 на осветительные приборы с понедельника до пятницы с 8⁰⁰ часов до 18⁰⁰ часов и в субботу с 8⁰⁰ часов до 14⁰⁰ часов.

Функциональная **схема системы автоматического управления** освещением информационного стенда представлена на рис. 9.

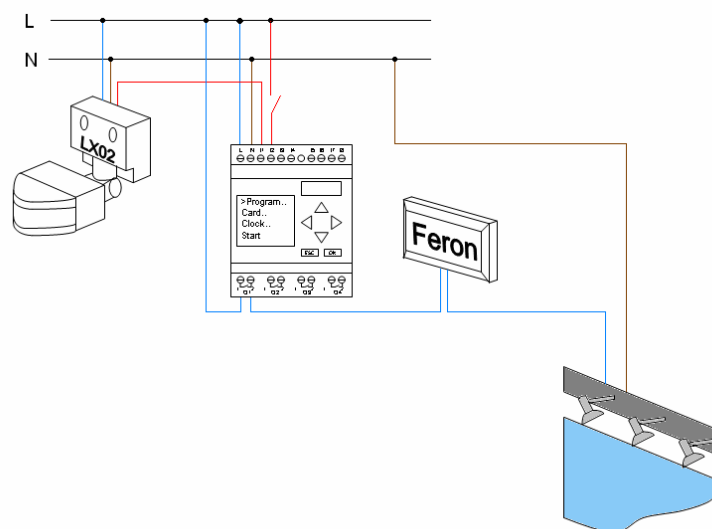


Рис.9. Функциональная схема системы автоматического управления освещением

Система автоматического управления включает:

- автоматический коммутатор LX-02;
- универсальный логический модуль LOGO! 230RS;
- блок защиты “Feron” ламп накаливания от бросков тока при включении и от перенапряжения питающей сети;

Подсветка стенда состоит из малогабаритных светильников с рефлекторными лампами накаливания мощностью 25 – 35 Вт.

Выводы. В результате выполненных исследований установлено:

1. Замена ламп накаливания на энергосберегающие малогабаритные люминесцентные лампы не позволяет в полной мере добиться экономии электроэнергии без

ущерба интересов потребителей, поскольку стоимость этих ламп в 10 – 15 раз выше стоимости ламп накаливания;

2. Энергосберегающие малогабаритные люминесцентные лампы, установленные в плафоны, предназначенные для ламп накаливания, ухудшают внешний вид стендов и не дают направленный световой поток, что ухудшает его информативность;

3. В результате тестирования малогабаритных люминесцентных ламп были обнаружены отклонения в их работе от паспортных данных (заниженный световой поток, превышение потребляемой мощности, повышенная температура колб, небольшой срок службы);

4. Тестирование ламп накаливания показало преимущество рефлекторных ламп по сравнению с обычными лампами накаливания. При равных условиях рефлекторные лампы вырабатывают в 4 – 6 раз больший световой поток, что позволяет понизить потребляемую мощность при сохранении достаточной освещенности стенда.

5. С целью увеличения срока службы ламп накаливания, необходимо ограничить пусковой ток во время включения. Это осуществляется серийно выпускаемыми блоками защиты (например: “Feron”) или аналогичными устройствами.

6. При установке ламп накаливания необходимо учитывать размеры плафона светильника и обеспечить естественное охлаждение ламп в процессе эксплуатации, а так же качество электрических контактов.

7. Для экономии электроэнергии в цепь управления освещением необходимо включать устройства автоматического управления (например: автоматический коммутатор LX-02);

8. Экономичные временные алгоритмы управления электропотреблением реализуются на базе программируемых логических контроллеров (например: LOGO! Siemens).

С учетом выполненных исследований на энергетическом факультете БГТУ им. В.Г. Шухова разработана и создана система автоматического управления информационным стендом, позволяющая снизить потери электроэнергии за счет внедрения энергосберегающих технологий, имеющая высокие технико-экономические показатели и эксплуатационные характеристики.

Литература

1. А.В. Клевцов. Средства оптимизации потребления электроэнергии. – М.: - СОЛОН – Пресс, 2005. – 240с.

РОЗРОБКА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ОСВІТЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СТЕНДІВ

М.Н. Нестеров, А.Н. Семернін, М.В. Смольніков

У статті розглянуто питання зниження споживання електроенергії та експлуатаційних витрат при освітленні інформаційних стендів на базі розробленої системи управління та проведення комплексних експериментальних досліджень джерел світла.

DEVELOPMENT OF SYSTEM OF CONTROLLING INFORMATIONAL STANDS LIGHT

M.N. Nesterov, A.N. Semernin, M.V. Smolnikov

The paper discusses some problems relating to decrease of electrical energy consumption and running costs of informational stands light based on developed controlling system and conducted light source experimental investigations.